

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	SAWANGRAT CHONCHAROEN (さわんぐらっと ちょんचारoen)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第 990 号
○授与年月日	2014 年 9 月 25 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	Study on Microstructure Evolution and Mechanical Properties of Harmonic Structure Materials with Strain Induced Martensitic Transformations (加工誘起マルテンサイト変態を有する調和組織材料の組織形成と力学的特性)
○審査委員	(主査) 飴山 恵 (立命館大学理工学部教授) 上野 明 (立命館大学理工学部教授) 伊藤 隆基 (立命館大学理工学部教授)

<論文の内容の要旨>

金属材料の高強度化は、省資源化、軽量化、省エネルギー化等に寄与することから、これまで多くの研究がなされている。中でも、材料中の結晶粒を微細化する方法は、高強度化プロセスの中でも、比較的、靱性低下の影響が少ないため、集中的に研究されてきた。しかしながら、均質組織を有する金属材料では、本質的に降伏後の塑性不安定を避けることは極めて困難であり、材質制御研究において均質・微細化手法には限界があった。これに対し、本論文では、均質から不均質に発想を転換し、不均質・微細組織制御方法である調和組織制御に着目し、この組織制御方法を加工誘起マルテンサイト変態を起こす合金系に適用し研究を行った。特に、近年、生体材料として注目されている Co-Cr 系合金の調和組織制御と変形時の加工誘起変態との関連性を詳細に検討した。

本論文は全 7 章で構成されている。

緒言である第 1 章では研究背景と課題を述べ、第 2 章では文献調査結果、対象材料の諸特性、超強加工プロセスの概要、結晶粒超微細化手法、微細粒材料の変形機構を概説した。第 3 章では実験方法、試料作製プロセス、各種評価手法について詳細に記述した。第 4 章では、まず純銅の調和組織材料の作製と力学特性の詳細について、また、第 5 章では加工

誘起マルテンサイト変態を起こす Co-Cr-Mo 合金の調和組織形成機構について詳述した。第 6 章では、純銅と Co-Cr-Mo 合金の調和組織材料の変形機構について比較検討し、また、調和組織を持たないヘテロ構造材料との特性の比較を記述した。第 7 章では、第 2 章～第 6 章の総括と今後の展望について記述した。

<論文審査の結果の要旨>

金属材料は合金化や材料内部の微細組織の制御によって高機能化できるという特徴を持っており、これまで種々の方法により材料の高強度化が図られてきた。しかし近年、金属材料に要求される特性はますます過酷なものとなっており、資源・環境・エネルギー問題などを同時に解決できる、より高強度な材料開発が喫緊の課題となっている。

そのような背景のもとで、特に組織形成機構、力学特性の観点から研究論文がまとめられており、論文審査では、高強度化の手法の妥当性、効果、そして、高強度と高延性を両立する変形機構について、詳細な議論がなされた。

学位申請者は、粉末冶金的手法で金属材料、特に、生体材料として注目されている Co-Cr-Mo 合金の高強度化を結晶粒微細化により実現すると同時に、調和組織制御を行うことで高靱性が得られることを示した。調和組織材料は、微細な結晶粒領域と粗大な結晶粒領域が規則性を持って配置された、ヘテロ構造を有する材料である。特に、加工誘起マルテンサイト変態に着目した調和組織制御研究はこれまでになく、世界で初めて実証した研究成果である（この成果は特許申請済み）。さらに、加工誘起を起こさず、しかも、Co-Cr 系合金と同一結晶構造の面心立方晶である純銅に対して同様の実験を行い、組織形成過程と変形挙動について詳細に比較検討し、加工誘起変態が力学特性に及ぼす影響について論じた。これらにより、加工誘起変態が調和組織の形成に大きな役割を果たし、調和組織形成を促進すること、さらに、変形時の降伏後のごく初期段階で加工誘起変態を起こすことで大きな加工硬化能を示し、その結果、高強度化・高靱性化が両立することを明らかにした。そして、加工誘起変態を活用した高強度・高靱性両立のための普遍的な組織制御方法を提案した。これらの研究成果は、粉末冶金法にとどまらず、金属材料全般に対して普遍性のある結論であり、学術的意義がある

本論文の審査に関して、2014 年 5 月 10 日（土）10 時 00 分～11 時 15 分イーストウイング 4 階機械システム系演習室において公聴会を開催し、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者 SAWANGRAT CHONCHAROEN に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、研究背景、微視的組織の詳細、変形機構などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。よって、以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は博士の学位に値する論文であると判断した。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は、学位申請者と本学大学院理工学研究科総合理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じ、日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

学位申請者は、本学学位規程第 18 条第 1 項該当者であり、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していることを確認した。

以上の諸点を総合し、学位申請者に対し、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。